
Discusión

La encrucijada entre valor y precio en el cálculo del daño ecológico

*Mariano Jäger **
*Adrián Monjeau ***

El trabajo desarrolla criterios para asignar valor económico y valor ecológico a los daños provocados por un incendio en un sitio de explotación de hidrocarburos. Este cálculo fue realizado a efectos de desarrollar una herramienta para resolver un litigio entre un gobierno nacional y una compañía petrolera cuya identidad no se permite a los autores revelar a partir de un acuerdo de confidencialidad. Los daños a bienes, recursos naturales y o servicios para los que hay mercado fueron calculados en dinero. Sin embargo, hay daños que van más allá del dinero calculado para resarcirlo mediante la compensación económica y que generan una deuda social y ecológica. En este caso se sugirió como solución a la deuda ecológica la creación de una reserva al menos 10 veces más grande que la superficie dañada y de equivalente valor conservativo y funcional. Esta es la manera que se encontró para compensar la parte del impacto a los ecosistemas que es invisible al paradigma del mercado. En cuanto a la deuda social, si bien este modelo ha encontrado incontables formas de valorar económicamente los impactos sobre su calidad de vida y la vida misma de la gente los números no saldan la deuda. Cualquiera sea el resultado de los cálculos, un intento como el que formulan los autores aporta a la discusión y el debate, ya que no existe un marco teórico que permita asignar un valor monetario y ecológico, exacto e incuestionable, al daño ocasionado.

Palabras clave: Valoración económica - Compensación ecológica - Impacto ambiental - Daño ambiental.

El Anexo 1 puede verse en

<http://www.iade.org.ar/modules/noticias/article.php?storyid=6512>

* Instituto de Medio Ambiente, Universidad Nacional de La Matanza
mariano@jager.com.ar

** Fundación Bariloche y CONICET amonjeau@gmail.com

The crossroads between value and price in the calculation of ecological damage

This paper describes criteria used to assess the economical and ecological value of an environmental damage caused by a fire in a petroleum contingency. The calculus was originally made accompanying a proposal to solve a conflict between the Government and a petroleum company. Damages on things with value similar to that of a market's were calculated in money. The economical value of objects difficult to assimilate to market value was calculated on their replacement value. However, there are damages that beyond the money involved in the compensation, still imply ecological debt. In this case, we suggest the creation of a natural reserve at least ten times larger than the surface damaged, as a way to partially compensate ecological values that are invisible to market economy. Whatever the numbers resulting, an assessment like this, always warrants discussion because there is no theoretical framework up to date to assess an exact and unquestionable value on ecological damages.

Keywords: Economic valuation - Ecological compensation - Environmental impact - Environmental damage

Fecha de recepción: junio de 2015

Fecha de aceptación: octubre de 2015

Sólo un tonto confunde valor y precio

Rafael Alberti

(Trataremos de no hacerlo, Rafael)

Introducción

Hace unos años llegó a nuestras manos un desafío intelectual cautivante: pasarle la cuenta a una compañía petrolera para resarcir los daños ambientales debidos a un incendio ocurrido en el chaco boliviano. El cálculo era necesario para resolver un litigio jurídico entre el gobierno boliviano y una compañía petrolera cuyo nombre no nos es permitido revelar en virtud de un acuerdo de confidencialidad. Lo más interesante del desafío es la celeridad con que teníamos que resolverlo porque un juez, y las partes en conflicto, estaban expectantes por nuestros números.

Gottfried Leibniz decía que un conflicto entre partes podía disolverse si las partes involucradas “se sentaban a calcular” (Nudler, 2010). Teniendo en cuenta que la creencia de Leibniz en la aplicación universal de las ciencias exactas es un poco exagerada, un economista (MJ) y un ecólogo (AM) nos encerramos 10 días corridos para, precisamente, sentarnos a calcular.

La exageración de Leibniz está en que no todo puede calcularse, y ese es precisamente el problema que teníamos que resolver. La dificultad es inherente a la teoría económica neoclásica, porque no le asigna un valor económico a los componentes naturales para los cuales no existe un mercado (Jäger *et al.*, 2001). Por más que nos quejemos de esta negación de la economía a vincularse con la totalidad de los ecosistemas, esta circunstancia no puede forzarse más allá de sus posibilidades teóricas. Los métodos tienen sus limitaciones y es solamente dentro de ese pequeño marco conceptual donde se validan las conclusiones obtenidas al aplicarlos.

Ante estos inconvenientes teóricos, decidimos dividir el problema en dos, clasificando lo que se puede monetizar sobre las bases teóricas de la economía y lo que no se puede monetizar. Para el grupo monetizable hay todo un cuerpo teórico generalmente aceptado que acompaña las propuestas de resarcimiento en casi todas partes. Para el grupo no monetizable, las alternativas de solución existentes están construidas sobre la base de éstas, entre otras cosas, por la visión del desarrollo sustentable que se sostenga.

Otro de los inconvenientes está en que la pretensión de asignarle valor a componentes y funciones de un ecosistema resulta novedosa

tanto para economistas como para abogados. Generalmente los litigios se resuelven mediante un acuerdo económico consensuado entre las partes. Pero en este caso, el valor asignado a la naturaleza por una de las partes del conflicto era nulo, cero, es decir, ésta argumentaba que no tenían que pagar nada precisa e irónicamente *porque es invaluable*.

Justamente, la mayor complejidad de nuestro cálculo estaba en la imposibilidad de trasladar a valores monetarios la totalidad del impacto ambiental (Jäger *et al.*, 2001; Jäger, 2013), ya que hay un alto componente de incertidumbre en funciones y procesos de difícil elucidación. Esta incertidumbre debilita las argumentaciones de compensación y provoca sesgos en la toma de decisiones (Estevan, 1995). En la economía de mercado, los criterios o elementos que no tienen valor monetizable no son considerados¹. Nosotros argumentamos que todas las cosas tienen valor, solo que algunos valores pueden asimilarse a un precio y otros no.

La mayoría de los economistas ambientales están de acuerdo con que la economía neoclásica no es sustentable a menos que los precios sean ambientalmente corregidos (Hall *et al.*, 2001). Si queremos que el capitalismo sea sustentable, los precios tienen que ser “reales”, sumando a los valores de producción humana (*manpower*), los valores de producción ecosistémica (*earthpower*) y la capacidad de regeneración en el tiempo (Agerley, 1997).

En términos generales, los cálculos realizados para estimar el valor de lo perdido en un incendio como el que nos ha tocado estudiar, fallan a la hora de considerar el funcionamiento del ecosistema como un todo interconectado. Por ejemplo, el valor de un árbol es traducido a valores de mercado (madera, producción de fruta en un tiempo dado, entre otros) excluyendo todas las funciones ecosistémicas que desaparecen con ese árbol: refugio, soporte para nidos, sombra, fijación de dióxido de carbono, fijación de suelos, producción de oxígeno respirable, retención de agua, alimento para la fauna y reciclado de nutrientes a través de descomponedores. La filosofía de la economía de mercado falla como asignador de precios y por lo tanto ignora o no incluye una enorme cantidad de elementos de la realidad y sus interacciones.

Dado que la escuela de la economía neoclásica ha pretendido demostrar que las variaciones en la abundancia de un recurso natural no explican la inflación (Barnes y Morse, 1963), los economistas posmodernos han excluido de sus elegantes modelos matemáticos los *inputs* de materia y energía procedentes de los ecosistemas. La economía fun-

¹ Por ejemplo una vida humana, según este criterio, vale lo que pague su seguro de vida.

ciona entonces como una maquinaria de movimiento perpetuo entre bienes y servicios, capital y trabajo. El sistema económico, como los sistemas biológicos, son sistemas cibernéticos sujetos a las leyes de la física, química y biología como lo está sujeto un motor o un organismo. Ninguno de estos mecanismos puede funcionar sin un aporte externo de energía. La pretensión de movimiento perpetuo de la economía neoclásica es una imposibilidad termodinámica (Monjeau *et al.*, 2015).

Dentro del marco conceptual expuesto, sostenemos que la economía de mercado no garantiza sustentabilidad si los factores de corrección ecológica siguen siendo una cantidad desconocida que no está considerada ni en los modelos ni en los cálculos. Dadas las limitaciones de este marco teórico y sus incertidumbres, la asignación de valor económico y ecológico es sólo una aproximación a la racionalidad cuantitativa. Esto es debido a que, como sostienen algunos economistas, no existe en la actualidad un marco teórico capaz de asignar un número exacto. Ante esto, intentamos realizar una validación que trate de aproximarnos al valor real, sin tener la posibilidad de medir el error.

Dadas estas limitaciones teóricas y metodológicas, el desafío de nuestro trabajo consistió en analizar profundamente -es decir, incluyendo todos los conocimientos actuales sobre ecosistemas- todos los factores involucrados en este caso de estudio, filtrando primero los elementos capaces de ser traducidos a un valor de mercado. Lo que nos interesa teóricamente es “el residuo” que queda después del filtrado, es decir, la parte no monetizable. La pregunta aquí es: ¿Cómo puede compensarse el impacto sobre la porción de naturaleza compuesta por valores no monetizables?

La restauración ambiental² y la remediación³ están entre las mejores herramientas conocidas para mitigar un impacto. Sin embargo, más allá de la eficacia de estas soluciones tecnológicas, hay que reconocer la imposibilidad ecológica de recuperar el área disturbada hasta alcanzar las condiciones preoperacionales. Esta imposibilidad es debida a dos causas: a) los ecosistemas no están en equilibrio (Meffe y Carroll, 1994) y b) el azar constitutivo inherente a todos los procesos biológicos sumado a que las respuestas a los disturbios son diferentes para cada especie, hace que el sistema tome caminos impredecibles de resiliencia⁴.

Independientemente del esfuerzo en tiempo y en dinero que se ponga para reparar los daños causados en un ecosistema, el tiempo de resi-

² Proceso de recuperar ecosistemas que han sido previamente dañados.

³ Proceso de remover contaminantes del suelo, de aguas superficiales o subterráneas o de sedimentos.

⁴ Es la capacidad de retorno a las condiciones originales luego de una perturbación.

liencia (decenas a cientos de años) es demasiado lento y demasiado caro como para resolver los urgentes conflictos que requieren soluciones adaptadas a los ritmos de la política. Una alternativa más barata y rápida es el reciclado del área disturbada, convirtiéndola en un uso diferente al anterior (por ejemplo un área para la práctica de deportes) y compensar la deuda ecológica impaga creando una reserva natural estricta (asimilable a la categoría I o II de IUCN) en un área que tenga un alto valor conservativo (Monjeau *et al.*, 2000).

Nosotros estudiamos el caso de un incendio ocurrido en una concesión para la explotación petrolera en el chaco boliviano. Hemos integrado un conjunto de métodos y teorías previamente utilizados para realizar una estimación conjunta en la que combinamos el cálculo del valor económico del subconjunto monetizable y el cálculo de la cantidad y calidad de áreas de compensación que son necesarias para compensar los daños del subconjunto no monetizable.

Metodología

El primer paso consistió en elaborar una matriz de impactos, tipo Leopold, para identificar los cruces entre variables, asignándoles un código a la intersección (**tabla 1**).

El segundo paso consistió en identificar en la matriz de impactos, todos aquellos que pudieran ser valorados económicamente, ya sea a través de métodos conocidos o desarrollados *ad hoc*. El tercer paso consistió en valorar económicamente cada uno de los daños/impactos a los que pudiera serle imputado un valor monetario.

Se utilizaron como medidas de valor para el cálculo económico del daño: a) el valor de las medidas de mitigación del daño, siempre y cuando estos fueran reversibles, b) los costos generados para la conducción del manejo del daño causado, c) los valores de mercado para aquellos recursos o acciones en los que fuera posible hacerlo, d) los valores estandarizados que suponen el costo de reposición y e) los valores de mercado subrogados.

El cuarto paso consistió en la caracterización y evaluación de los impactos no monetizables, para de esta forma identificar y caracterizar la “deuda ecológica”. Como parte adicional de la propuesta, en el trabajo realizado se discriminaron la porción del resarcimiento ecológico o económico correspondiente a los sectores privado y público.

El Anexo I, presentado como material complementario a este trabajo, detalla ejemplos de los principales métodos de cálculo que se usaron para cuantificar los cruces de causas y efectos que se identificaron y

Tabla 1. Códigos de identificación de impactos

		Fuego	Apertura de caminos	Instalación de cañerías	Construcción de Fosas y Piletas	Campaneros y Obradores	Planchata para equipos	Cortafuegos	Movimiento de Suelos	Consumo de Agua	Evacuación de Pobladores	Spray de Hc y agua
Físico	AIRE		1									144
			2									145
			3									
			4									
	GEOMORFOLOGÍA Y PAISAJE				52				113	128		
			5	26	40	71	83	99	114			
			6		54	72	84					
Biótico	SUELOS		7									146
					55	73				129		
					56							147
	AGUA				57					130		
					58							148
			8	27	41	74	85	100	115	131		149
			9	28	42	60	86	101	116	132		150
Económico	VEGETACIÓN Y FLORA		10	29	43	61	87	102	117	133		151
			11	30	44		88	103	118	134		152
			12	31	45		89	104				
	FAUNA		13	32	46	75	90	105	119			
			14	33	47	76	91	106	120			
			15	34		62	92	107				153
			16	35	49	63	93	108	121	135		154
Social	ECONÓMICO		17	36	50	64	94	109	122	136		155
			18	37	51	65		110		137		
	SOCIAL		19	38		66	95	111	123			156
			20			67	96		124	138		157
			21	39								
			22			68	80		125	139		
Psíquica	SALUD		23		69		97		126	140		159
			24		70	81	98		127	141		160
			25			82		112		142		161
	SOCIAL										143	

(*) comprende salud física y psíquica.

codificaron en la **tabla 1**. No se incluyen todos los cálculos debido a limitaciones de extensión de la publicación, por lo que hemos decidido detallar los ejemplos que muestran el desarrollo metodológico original y excluir aquellos que repiten una adaptación de las formulaciones originales. En la **tabla 2** se identificaron los impactos para los que nos fue posible calcular o imputar un valor monetario. En la **tabla 3** se identificaron todos los valores de no uso, existencia, legado y opción no compensados económicamente que generan deuda ecológica.

La forma de sanción o resarcimiento que proponemos por estos impactos es la compensación ecológica. Esta se hace efectiva a través de la creación de reservas naturales de valor conservativo igual o superior al afectado y varias veces la cantidad de superficie afectada (Monjeau, *et al.*, 2006).

Para el cálculo de valor conservativo a compensar se utilizó la metodología desarrollada por Rapoport *et al.* (1996) y Monjeau *et al.* (2006, 2010) que consiste en realizar un mapa de valoración conservativa basado sobre la sumatoria de capas temáticas cuantificadas. Esta información permite calcular sobre el mapa la superficie a compensar. Debe estar claro que la compensación debería ser con áreas de valor conservativo equivalente o mayor.

La metodología de valoración conservativa se sustenta sobre los siguientes predicados lógicos (Meschino *et al.*, 2013):

1. La vulnerabilidad de una especie dada incrementa cuando su valor conservativo crece.
2. El valor conservativo se incrementa cuando la posibilidad de extinción de una especie dada aumenta.
3. El valor conservativo total de un área es la suma de los valores conservativos de las especies cuya distribución se superpone en dicha área

¿Cuánto compensar? Al preparar los argumentos teóricos para la negociación entre las partes del conflicto se definió un rango de valores posibles del área a compensar, cuya base o límite inferior está basado sobre una definición tautológica: una cosa es al menos tan valiosa como la cosa misma.

Ante la imposibilidad de traducir en términos monetarios el valor total de una hectárea de bosque nativo, de sus componentes, del valor conservativo de la biodiversidad y de las relaciones funcionales existentes, la mejor aproximación al “valor tautológico” nos indica entonces una hectárea natural destruida o con impactos de máxima magnitud vale al menos tanto como otra hectárea equivalente. El “valor tautológico” define el criterio mínimo de la negociación: compensación 1 a 1.

Sin embargo, este piso puede no resultar suficiente en términos de compensación funcional, lo que justificaría una compensación con una superficie mayor. Se ha postulado que cuando una reserva es por lo menos 10 veces más grande que el disturbio natural más grande que haya ocurrido en el área, la naturaleza conserva suficientes propiedades de ese parche desde los bordes a largo plazo (Meeffe y Carrol, 1994). Esta regla empírica indica a *grosso modo*, la capacidad mínima sustentable para amortiguar un disturbio, por ello podemos considerar que si la superficie del impacto que se produce en un área es compensada con una reserva natural 10 veces más grande, estamos ayudando a la naturaleza en sus mecanismos naturales de resiliencia (Monjeau *et al.*, 2006). Desde esta óptica, se tomó como umbral del área de compensación de impactos ecológicos no monetizables, una superficie de 10 veces el tamaño afectado para la misma calidad de hábitat medida como valor conservativo de dicho hábitat. Para los cálculos de compensación del estudio de caso, se utilizó el umbral 1:10 como valor de referencia.

En relación con la acumulatividad de las penas, tuvimos que elucidar algunas definiciones. Siguiendo el ejemplo de las posiciones duras y blandas que se pueden asumir en el derecho penal, es decir distintas penas para un mismo delito, para cada delito ecológico cometido corresponde una penalización en términos de superficie natural a compensar, independientemente de si ocurrieron en la misma superficie del medio receptor. El razonamiento sobre el que hemos sustentado esta propuesta es que la intensidad del impacto ambiental sobre un mismo medio receptor se supone mayor en la medida en que haya impactos superpuestos. Por lo tanto, la posibilidad de recuperación es más difícil a medida que los impactos se repiten o suman.

El motivo por el que se propone la metodología de compensación ecológica viene inspirado en responder a la pregunta *¿cuál es la manera más eficaz para ganar valor conservativo para el sistema regional o global dada una suma fija de dinero destinada a la compensación?* Pensamos que invertir dinero en la recuperación completa de un sitio dañado no es la mejor inversión, ya que es un sitio previamente dañado y es demasiado costosa su recuperación, que nunca será completa. Es preferible que parte de esa inversión sea dirigida a crear reservas naturales (con el criterio 1:10) en sitios de alto valor conservativo e intensamente amenazados (asimilable al concepto de Hot Spot pero en el nivel local/regional).

Antecedentes previos de utilización de esta metodología de compensación en estudios de impacto ambiental pueden verse en Monjeau (1997), Monjeau y Rapoport (1994), Monjeau *et al.* (1994a, b, c) y

Rapoport *et al.* (1986). Si este criterio de penalización se aplicara globalmente la amenaza de la desaparición de muchos de los ecosistemas en estado crítico o amenazado se vería mitigada.

Resultados

Se identificaron 161 impactos que fueron codificados en orden correlativo de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, resultando en el orden que se presenta en la primera Columna de la Matriz del Anexo I.

Se obtuvieron dos resultados cuantitativos expresados en unidades no homogenizables: una cuenta de US\$ 3.326.834 y un área total de reserva de compensación de 1.044 hectáreas más una recomendación de 200 hectáreas adicionales como cabecera de cuenca para compensar la pérdida de agua. En 12 casos una misma celdilla computó superposición de deuda monetizable y ecológica.

El valor monetario, expresado en dólares estadounidenses, surge de la suma de los resarcimientos individuales que figuran en la **tabla 2** y las hectáreas surgen de la suma de las compensaciones por cada impacto individual que figura en la **tabla 3**.

En el caso del cálculo de las hectáreas, se utilizaron criterios mixtos en cuanto a la compensación por superposición o no, cuya justificación caso por caso se detalla en el Anexo I. En el caso del consumo de agua se sugirió como compensación la creación de una reserva de 200 hectáreas en una cabecera de cuenca, de modo de asegurar una captación hídrica anual equivalente al recurso consumido durante la contingencia.

Discusión

El método propuesto constituye un avance sobre las evaluaciones de impacto ambiental ya que además de identificar los impactos *expost* e incluir medidas técnicas de mitigación propone una manera de calcular los daños a resarcir mediante penalizaciones económicas y ecológicas. En general todo valor no monetizable en conflictos ambientales resulta no resarcido: en nuestra propuesta esa deuda se incorpora a la penalización en forma de compensación ecológica.

Los criterios para estimar la cantidad de dinero a pagar o la superficie a compensar por cada impacto identificado en las celdas de las **tablas 2 y 3** garantizan una discusión entre partes de difícil concilio. Admitimos la posibilidad de que los cálculos del Anexo I pueden estar sesgados de subjetividades favorables a la conservación de la naturaleza y la justicia social. El punto aquí es que el núcleo duro de nuestra propuesta no pasa tanto por la magnitud de cada cantidad calculada sino por el inten-

Tabla 2. Valor económico de impactos directos

			Fuego	Apertura de caminos	Instalación de cañerías	Construcción de Fosas y Piletas	Campaneros y Obradores	Planchada para equipos	Cortafuegos	Movimiento de Suelos	Consumo de Agua	Evacuación de Pobladores	Spray de HC y agua	TOTAL
Físico	AIRE	Calidad del Aire	1.605.600											1.605.600
		Temperatura												
		Nivel Sonoro												
		Luminosidad												
Físico	GEOMORFOLOGÍA Y PAISAJE	Cuenta de Drenaje								100.000	132.200			232.200
		Estructura paisajística	1.050	10.000										11.050
		Estructura de Suelos			550.000									550.000
		Calidad de Suelos											600.000	600.000
Físico	AGUA	Cantidad de agua superficial												
		Calidad de agua superficial												
		Cantidad de agua subterránea												
		Calidad de agua subterránea									67.680		30.000	30.000
Biótico	VEGETACIÓN Y FLORA	Capa Vegetal	110.000	3.020	144.79				80					113.100
		Bosque Chiquetío Serrano	4.433.62											
		Bosque Chiquetío Seco												
		Pastizales												
Biótico	FAUNA	Composición flora												
		Estructura de Comunidades												
		Malezas	6.000											6.000
		Banco de semillas	50.000											50.000
Socio-económico	ECONÓMICO	Hábitat de alimentación												
		Hábitat de reproducción												
		Diversidad												
		Propiedad de la tierra												
Socio-económico	SOCIAL	Valor de la tierra												
		Productividad del suelo ó Rinde											641	641
		Empleo												
		Ganado y aves de corral	1.416										1.416	2.832
Socio-económico	SOCIAL	Pasturas	116.92											
		Cultivos												
		Infraestructura												
		Salud*												
TOTAL	TOTAL	Mapa Cognitivo	1.774.066	13.020		550.000			80	100.000	252.811	5.000	632.057	3.326.834

(*) comprende salud física y psíquica.



to de llevar las negociaciones entre partes de un conflicto ambiental a un plano racional y cuantitativo.

Uno de los procedimientos más discutibles está en la condición de aditividad de las penalizaciones por superposición de impactos sobre un mismo medio receptor. Si el conflicto se mira desde el punto de vista del medio receptor como unidad de compensación el resarcimiento tiene que ser proporcional a la superficie afectada (criterio de no aditividad). Si, en cambio se mira desde el punto de vista de la cantidad y magnitud de los impactos, el resarcimiento debe computar tantas penalizaciones como impactos hayan ocurrido, aunque estén superpuestos en una misma área (criterio de aditividad). El criterio de aditividad se inspira en

el derecho procesal en el que las penas por cada delito computan en forma individual y se suman a la hora de dar la pena.

Siguiendo el criterio de aditividad, en la **tabla 2**, las penalizaciones monetarias las calculamos sumando los valores resultantes de todos los daños, aunque estos se superpusieran en el mismo medio receptor. En cambio, en la **tabla 3** hemos superpuesto los efectos ambientales sobre distintos medios receptores del impacto en las columnas, salvo excepciones justificadas en el Anexo I, pero no en las filas (e.j.: impacto del fuego sobre distintos elementos). El criterio aplicado es que los disturbios posteriores al primero (el fuego) están impactando sobre una superficie ya muy deteriorada y no pueden tratarse de manera equivalente para el cálculo de compensación de valor conservativo perdido. Por ello, consideramos esa deuda como “*ya pagada*” en las celdillas hacia la derecha de cada fila luego del impacto fuego.

Una manera más severa sería penalizar cada impacto con una deuda ecológica en superficie de reserva natural a ser compensada, aduciendo el criterio de aditividad del Código Penal. En ese caso, en vez de 1.044 hectáreas, la superficie a compensar sería de 10.440 ha, siempre teniendo en cuenta el criterio 1:10. Este umbral superior de compensación surge de adoptar la relación o criterio propuesto por Meffe y Carroll (1994) para compensar un parche disturbado. Si no se adopta un criterio de este tipo, el techo del valor a compensar en superficie puede ser infinito.

Con el procedimiento propuesto, ¿queda pagada la deuda por completo? No lo sabemos y sospechamos que la respuesta es no. En principio todo aquello que no fue medido no fue pagado.

Segundo, sostenemos que la identidad no es reemplazable, solo se sustituye con un resarcimiento que no repone la cosa original, como en el caso de la contratación de un seguro. La magnitud del resarcimiento debe crecer en relación con la singularidad del objeto perdido y ésta dependerá al fin de cuentas de la habilidad de los negociadores.

Tercero, las funciones sistémicas y las interrelaciones ecológicas constituyen un “todo que es más que la suma de las partes” (Jäger *et al.*, 2002) que está más allá de lo computable por este método.

Cuarto, ¿El pago exime al culpable de responsabilidad respecto de consecuencias indirectas que aparezcan en el futuro? En términos ecológicos pensamos que la respuesta es no, debido a que existe la posibilidad de que aparezcan efectos posteriores hoy no visibles y que siguen siendo consecuencia de las causas que estamos penalizando. En el caso de riesgos para la salud hemos aplicado los costos de un seguro de salud para los damnificados por un tiempo determinado. En otras circunstancias, no existiendo jurisprudencia al respecto, es muy

difícil de calcular el costo de riesgos ambientales cuya probabilidad de ocurrencia es indefinida. Si bien hoy hay un seguro contra mala praxis ambiental, en el país en el que sucedió el accidente no existe ese tipo de cobertura. En otros países en los que sí lo hay, los contratos son muy poco claros en los límites de las responsabilidades y toman una posición economicista o de mercado para el cálculo de los resarcimientos económicos y las compensaciones ecológicas.

La metodología de compensación propuesta da por perdida para la naturaleza el área impactada. Esta pérdida sigue quedando como impacto residual de cualquier manera. ¿Dónde está el valor de la compensación entonces? Si por cada hectárea “cedida” para el desarrollo económico en el mundo se hubiesen compensado con 10 para la naturaleza, el planeta tendría un 90% de cobertura verde y 10% para actividades de desarrollo, utopía que va más allá de los sueños de cualquier conservacionista. Si bien la metodología de compensación no aumenta el capital natural, contribuye a frenar su deterioro ganando para la conservación áreas que de otro modo se perderían para las generaciones futuras.

Pasos a seguir en el futuro

La ausencia de una unidad común a los sistemas ecológicos y económicos es la principal dificultad para expresar valores ecológicos en unidades económicas. A este respecto, son interesantes los avances teóricos que se han hecho para acercar la teoría ecológica y económica en términos de flujo de energía, entropía e información (Gurney y Lawton, 1996; Enquist *et al.*, 2003; Chen, 2002; Hall *et al.*, 2001). Pensamos que la termodinámica ofrece una unidad común interesante: los sistemas económicos bajan su entropía aumentando la entropía del medio circundante y ese disturbio entrópico podría llegar a calcularse como una estimación de daño global que el desarrollo económico debe resarcir monetariamente al mundo natural. Una vez encontrada la fórmula de equivalencia energética entre sistemas sería más fácil convertir todo en unidades monetizables (ej.: kilovatios/hora o barriles de crudo) y crear un fondo de compensación para la creación de áreas protegidas, con el objeto de aportar a un desarrollo ambientalmente sustentable que se refleje en el mapa.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en evaluaciones futuras es el balance de masas o estequiometría del sistema antes y después del impacto. Los elementos que participan en el ciclo biogeoquímico deben estar disponibles para el funcionamiento ecosistémico del futuro (Flueck *et al.*, 2012). Si un disturbio ambiental provocó la carencia de algunos de estos elementos (Ej: fósforo, potasio, calcio, sodio, selenio, hierro)

éstos deben ser repuestos para garantizar que las generaciones siguientes tengan las mismas oportunidades de reconvertir materia y energía en la construcción de un nuevo nicho humano. Esta última concepción, junto con las consideraciones energéticas y de balance de masas, abreva en la teoría de la construcción de nicho (Day *et al.*, 2003; Holt, 1995; Laland *et al.*, 1996; Odling-Smee *et al.*, 1996), según la cual, una generación arroja al futuro no solamente genes, sino que las generaciones futuras heredan un ecosistema previamente modificado por las actividades humanas. Si el ambiente heredado tiene disminuida su potencialidad debido a los impactos que lo han deteriorado, los humanos futuros habrán de heredar de nosotros un modelo de insustentabilidad y por lo tanto, sufrirán restricciones para desarrollar su potencialidad cultural. Solamente *haciendo bien las cuentas* podremos revertir esta tendencia que tarde o temprano llevará al colapso de nuestra calidad de vida tal cual la conocemos (Shachak y Jones, 1995). Este ha sido un primer intento en esa dirección.

Bibliografía

- Agerley, H. (1997). http://csf.colorado.edu/ecolecon/is_capitalism_sustainable/0001.html
- Birney, E.C. y J.A. Monjeau (1997). A biological assessment of the T.C.A.A.P. (U.S.Army) in Minnesota. Internal Report, Department of Natural Resources, MN., USA.
- Chen, J. (2002). An entropy theory of value. Social Science Network Paper Collection <http://papers.ssrn.com/abstract=307442>
- Day, R.L.; Laland, K.N. y Odling-Smee, J. (2003) "Rethinking Adaptation. The niche-construction perspective". *Perspectives in Biology and Medicine* 46:80–95.
- Enquist, B.; Economo, E.P.; Huxman, T.E.; Allen, A.P.; Ignace, D.D.; Gillolly, J.F. (2003). "Scaling metabolism from organisms to ecosystems". *Nature* 423: 639-642.
- Estevan, A. (1995). "Monetarización del medio ambiente y ecologismo de mercado", en: Riechmann y otros, *De la economía a la ecología*, Editorial Trotta, Madrid.
- Gurney, W.S.C. y Lawton, J.H. (1996). "The population dynamics of ecosystem engineers". *Oikos* 76:273–83.
- Jäger, M. (2013). "La Valoración Económica de los RRNN y su relación con los EIA". *Nadir: Revista Electrónica de Geografía Austral*, 5: 1 <http://www.revis-tanadir.cl/>
- Jäger, M.; Burkart, R.; Riegelhaupt, E.; García Fernández, J.J. y Cajal, J. (2001). *Valoración Económica de los Bosques: Revisión de los Métodos, Evaluación de Experiencias y Propuestas Para el Programa de Bosques de UICN-SUR*. Disponible en: www.fucema.org.ar/

- Holt, R.D. (1995) in *Linking Species and Ecosystems*, eds. Jones, C. G. & Lawton, J. H. Chapman & Hall, London, pp. 273–279.
- Laland, K.N.; Odling-Smee, F.J. y Feldman, M.W. (1996). "On the evolutionary consequences of niche construction". *J. Evol. Biol.* 9, 293–316.
- Meffe, G.K. y Carroll, C.R. (1994). *Principles in Conservation Biology*. Sinauer, Massachusetts.
- Monjeau, J.A. (1997). "Diseño de unidades de conservación en el Proyecto Usina Porto Primavera, Matto Grosso, Brasil". HYTSA, Estudios Ambientales, capítulo Diseño de Reservas.
- Monjeau, J.A. y Rapoport, E.H. (1994). Evaluación de impacto ambiental del complejo turístico-científico Isla Huemul. Informe presentado según las requisitorias de la Municipalidad de San Carlos de Bariloche.
- Monjeau, J.A.; Ferrari, R. y Rapoport, E.H. (1994). Evaluación de impacto ambiental del Centro Recreativo Invernal Piedras Blancas. S. C. de Bariloche, R.N. Argentina. Informe Técnico presentado ante la autoridad de aplicación ambiental de la Municipalidad de San Carlos de Bariloche, R.N. Argentina.
- Monjeau, J.A.; Ferrari, R.; Rapoport, E.H. y Smit, M. (1994a). Estudio de impacto ambiental de un emprendimiento turístico en el Parque Nacional Lago Puelo. Estudio presentado ante las requisitorias de la Administración de Parques Nacionales. Biblioteca Delegación Regional Andino-Patagónica.
- Monjeau, J.A.; Ferrari, R.; Rapoport, E.H. y Smit, M. (1994b). Evaluación de impacto ambiental del Centro Recreativo de Usos Múltiples "El Límite", S. C. de Bariloche, R.N. Argentina. Informe Técnico presentado ante la autoridad de aplicación ambiental de la Municipalidad de San Carlos de Bariloche, R.N. Argentina.
- Monjeau, J.A.; Lanata, J.L.; Kuperman, M.; Abramson, G. y Laguna, F. (2015). "¿Sustentabilidad?" *Redbioética/UNESCO*, Año 6, 1 (11): enero-junio.
- Odling-Smee, F.J.; Laland, K.N. y Feldman, M.W. (1996). "Niche construction". *Am. Nat.* 147, 641–648.
- Rapoport, E.H.; Borioli, G.; Monjeau, J.A.; Puntieri, J. y Oviedo, L. (1986). "The design of Nature Reserves: A Simulation Trial for Assessing Specific Conservative Value". *Biological Conservation* 37: 269-290
- Rapoport, E.H.; Monjeau, J.A.; Ferrari, R.; Grigera, D.; Ubeda, C.; Soave, E.; Sbriller, D.; Ghermandi, L. y Heinemann, K. (1994). Evaluación de Impacto Ambiental del emprendimiento turístico "Las Promesas" de Río de La Plata S.A. Informe presentado según las requisitorias de la Municipalidad de San Carlos de Bariloche.
- Shachak, M. y Jones, C.G. (1995). "Ecological flow chains and ecological systems: Concepts for linking species and ecosystem perspectives". In *Linking species and ecosystems*, ed. C. G. Jones and J. H. Lawton, 280–96. New York: Chapman and Hall.